

GreenMix Laserschweissen

Maschinentechnik / Betreuer: Prof. Dr. Beat Neuenschwander

Projektpartner: Rofin-Lasag AG, Thun / Experte: Peter Paul Knobel

Das GreenMix Laserschweissen ist eine Technologie, die von Rofin-Lasag AG, Thun entwickelt wurde mit dem Ziel Kupfer reproduzierbar schweissen zu können. Dabei wird ein Teil der Wellenlänge 1064 nm (IR) zu 532 nm (Grün) konvertiert. Bei diesem Verfahren treffen IR und grüne Laserstrahlen zeit- und Ortsgleich auf das Werkstück. Dadurch wird die Reproduzierbarkeit gegenüber reiner IR-Strahlung, z. B. Nd:YAG, beim Schweißen von Kupfer verbessert, da die Schmelzintensität deutlich verringert wird. Ziel der Arbeit ist die Erforschung der Konversionseffizienz bei hohen mittleren Leistungen (>100 W).

Während das Schweißen von Stahl und Chromstahl keine grösseren Probleme für einen industriell genutzten Laser darstellt, ist dies bei stark reflektierenden Werkstoffen nicht problemlos möglich. Bei Kupfer werden bei Raumtemperatur und in festem Zustand nur ca. 4% der Energie absorbiert, während der Rest reflektiert wird.

Durch das stark ändernde Absorptionsverhalten entstehen folgende Nachteile:

- Fehlende Schweissstellen
- Unvorhersehbare Resultate, grosse Variation
- Schlechte Reproduzierbarkeit
- »Hot Bonds« – Schmelzbadüberhitzungen

Um Kupfer dennoch schweissen zu können gibt es die Möglichkeit, die Oberfläche des Werkstoffes zu behandeln (z. B. beschichten) oder die Wellenlänge des Strahls zu verän-

dern. Die Oberflächenbehandlung ist jedoch aufwändig und teuer.

Nd:YAG-Laser (Festkörperlaser) arbeiten mit einer Wellenlänge von 1064 nm. Durch Frequenzkonversion kann ein Gemisch aus grünem Licht mit einer Wellenlänge von 532 nm und infrarotem Licht generiert werden. Dieses Gemisch wird vom Kupfer gut absorbiert und hat gegenüber reinem grünem Licht eine bessere Prozesseffizienz.

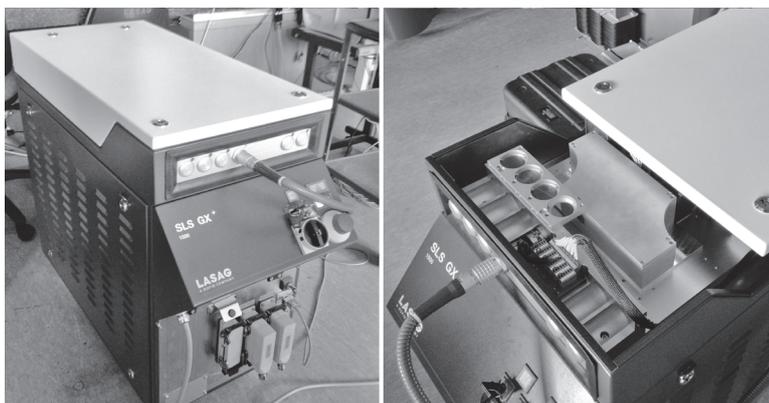
Zur Frequenzverdopplung (bzw. der Halbierung der Wellenlänge) wird der IR-Laserstrahl auf einen nichtlinearen Kristall fokussiert. Hierbei wird durch einen nichtlinearen Prozess ein Teil der infraroten Strahlung zu Grün konvertiert (5-10%). Es gibt verschiedene Kristalle, mit denen die Frequenzkonversion durchgeführt werden kann, darunter KTP, KDP, LBO, BBO und weitere. KTP sind Kristalle die für die Frequenzkonversion geeignete Eigenschaften (z. B. hoher Nichtli-

nearer Effekt, grosser Akzeptanzwinkel, geringer Walk-off) aber tiefere Zerstörschwellen gegenüber andern Kristallen aufweisen. Für eine zuverlässige Auslegung mussten die Strahlqualität (M^2) und die Polarisation ausgemessen, der Brennpunkt auf dem Kristall ermittelt und Versuche zur Zerstörschwelle des Kristalls durchgeführt werden. Die Zerstörschwelle des Kristalls liegt bei 10 MW/cm².

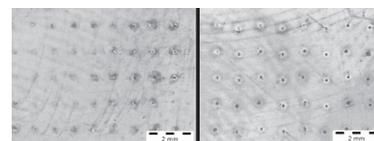
Bei zunehmender mittlerer Leistung verschlechtert sich die Strahlqualität des Lasers. Dadurch lässt sich der Strahl weniger gut fokussieren. Der Anteil an grünem Licht nimmt somit ab.



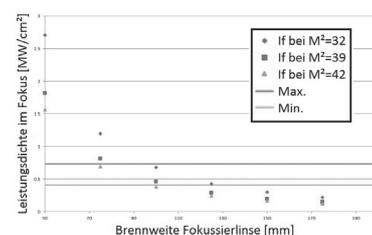
Richard Eugen Fuchs



GreenMix Laser (Rofin-Lasag SLS GX 1500) mit Konversionsbox



Links: Spots mit IR-Licht, Rechts: Spots mit GreenMix



Leistungsdichte in Abhängigkeit der Brennweite